

Trends in der Leichtbauproduktion von Luftfahrtkomponenten

Dr.-Ing. Jan Stüve, Dr.-Ing Markus Kleineberg

7. Forum Leichtbau – Initiative Leichtbau
Berlin, 05.09.2019



Knowledge for Tomorrow



Trend – Hype – kurzfristiger Bedarf?

- Faser-Metall-Laminat für Primärstrukturkomponenten (z.B. Rumpf)
- Thermoplasttechnologie für Primärstrukturkomponenten
- Erhöhung der Produktionsrate
- Reduktion der Kosten
- Digitalisierung
- CO₂-neutrales Fliegen



Trends im Leichtbau → Prägende Faktoren

Nutzen der Digitalisierung

Priorisierung der Nachhaltigkeit



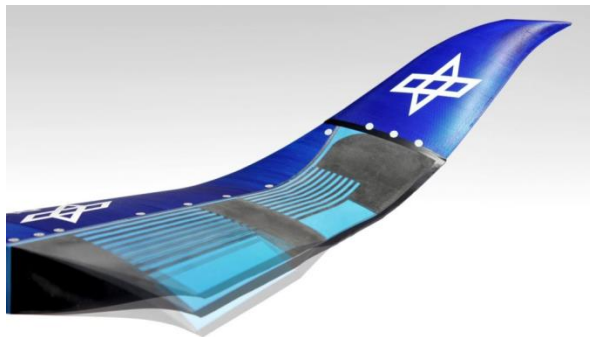
<https://etavlor.se/butik/fototapeter/natur-och-landskap-fototapeter/trad-och-skog/fototapet-djungel-av-bambu-natur-och-landskap-trad-och-skog/>

Trends im Leichtbau → Faserverbundspezifische Entwicklungen



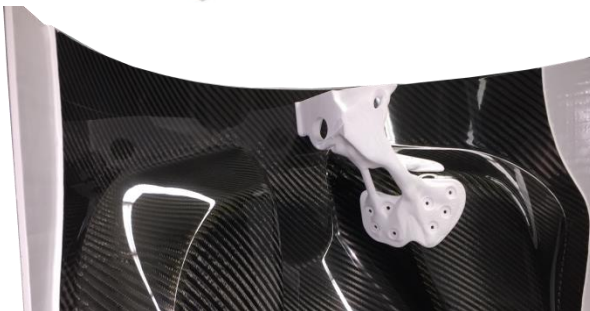
Bolzenfreie Verbindungen

- Schweißtechnik auf Basis von Thermoplastwerkstoffen
- Klebtechnik mit duromeren Film- und Pastenklebstoffen
- Zertifizierungsoptionen



Systemintegration

- Integration des Energie- und Informationsnetzwerkes
- Integration von Gas-/Flüssigkeitstransport (z.B. Wärmetauscher)
- Integration von Aktuatoren



3D Druck

- 3D Druck Krafteinleitungen
- Direkt-Faserstrukturen/Fasernetzwerke/Zellenstrukturen
- Integrierte Elastomergelenke



Trends im Leichtbau → Energiemanagement und Extremleichtbau



Energieerzeugung mit Flugwindanlagen



- Robuster und wartungsarmer Extremleichtbau für Schwachwindeinsatz
- Mobile Energieerzeugung
- Dauereinsatz bei minimaler Infrastruktur (z.B. Dritte Welt)



Hochfliegende Sensor - Plattformen / Pseudosatelliten



- Solarkraftangetriebene UAV Relaisstation für den Dauereinsatz
- Nachhaltige Alternative zu Kommunikationssatelliten
- Überwachung seismischer Aktivitäten (Erdbeben Frühwarnsystem)



Luft Taxi



- Individueller Personentransport in der Luft
- Nachhaltigkeit (Lärm, Energiemanagement) als Designtreiber
- Sichere autonome Flugsteuerung



DLR – German Aerospace Center

Tasks

- Research Institution
- Space Agency
- Project Management Agency

Research Areas and Cross-link-fields

- Aerospace
- Space Research and Technology
- Energy
- Transport
- Security
- **Digitization** (e.g. „Factory of the Future“, „Condition Monitoring“)



Motivated by the Digitization Initiative of the German Government

4 ADDITIVE MANUFACTURING



Data analysis and digital tools improve manufacturing methods resulting in complex and individual parts with optimized geometries and improved component properties.

5 DIGITAL TWINS



Accurate digital models represent both the product and the optimized production processes, saving costs, time and engineering efforts.

6 DIGITAL GUIDANCE



Mass customization is a cornerstone in future manufacturing. Digital Guidance helps to minimize set-up-times by autonomously adapting facilities and controlling work-flows.

3 AUTONOMOUS ASSEMBLY



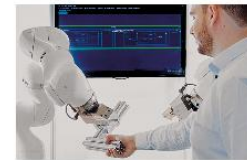
Intelligent autonomous robots assemble individually customized products using advanced planning algorithms, sensors and modular adaptive robotic skills.

2 MOBILE MANIPULATION



Mobile autonomous production units fitted for carrying out a variety of back-work like tasks help to overcome static shop floor layouts.

1 HUMAN-ROBOT COLLABORATION



Intelligent robotic assistants and their human co-workers interact via intuitive, multi-modal programming interfaces and share their workspace in safe and efficient industrial applications.

Factory of the Future

Das DLR-Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP)

Ziel: Erhöhung der Produktionseffizienz mittels hoher Ablegerate und robusten Ablegetechnologien im Industriemaßstab bis zu TRL 6

Stade

Multi-robot automated fiber placement
Autoclave technology
Fully automated preforming and RTM



Augsburg

Robot based dry placement of multi-axial fabrics
Vacuum infusion (VARI, VAP), oven curing



“Pilot-/Launch-Factory” für Composites

Strategiefeld “Zukunftsfabrik 2030 für den Multimaterialleichtbau”

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

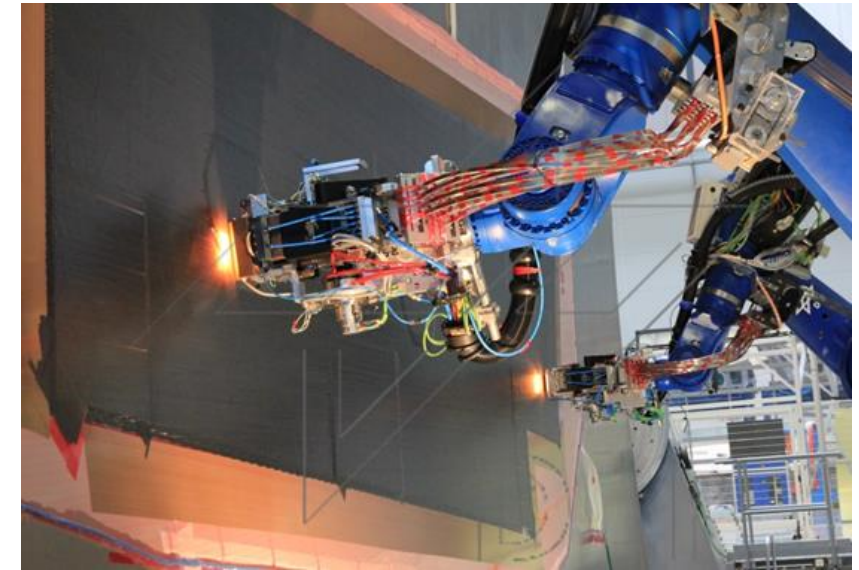
Seit 2016



DLR Manufacturing Competence for Industry 4.0



Digital Tools for complex decision making processes



Design4Production: Integration of Design and Machine Control



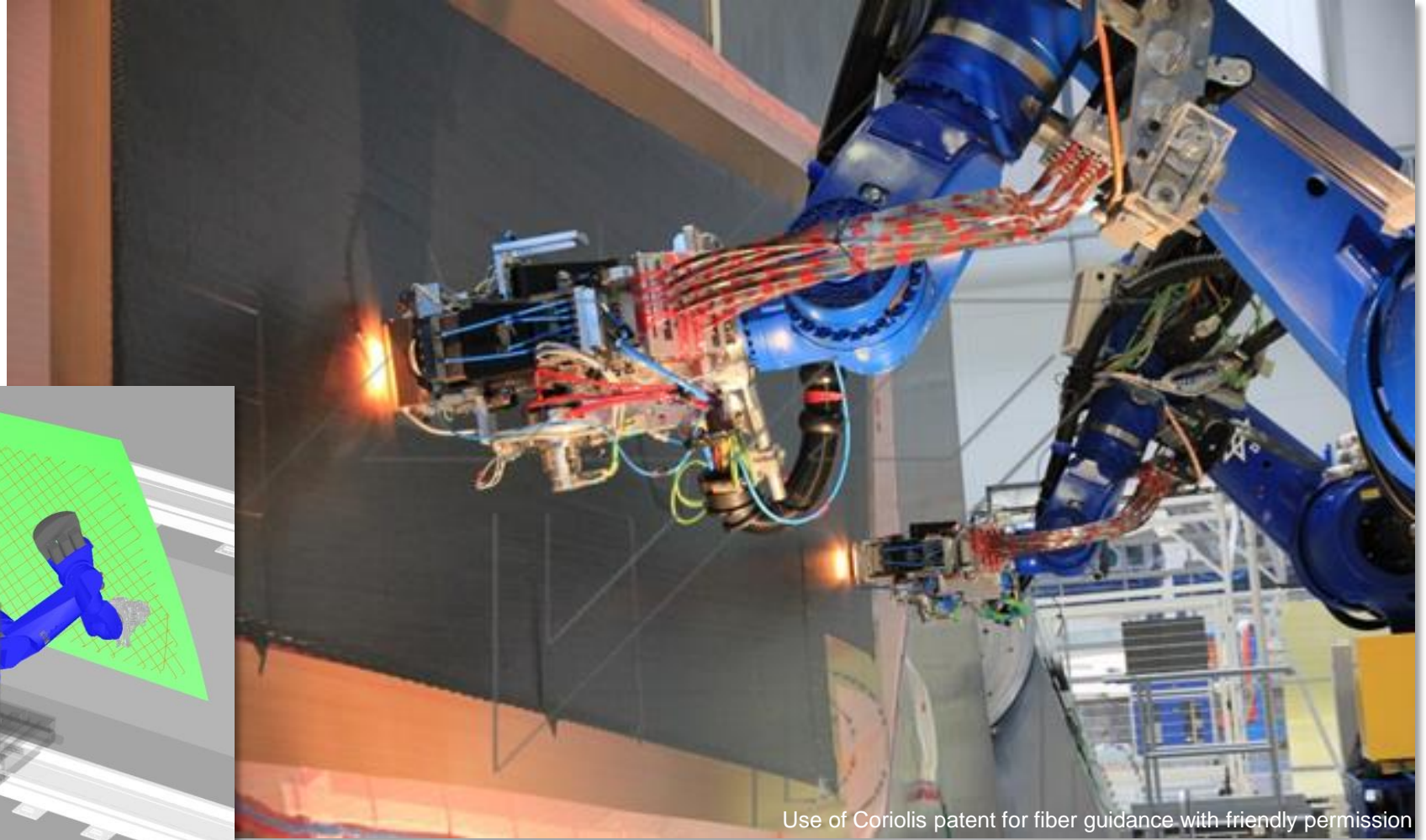
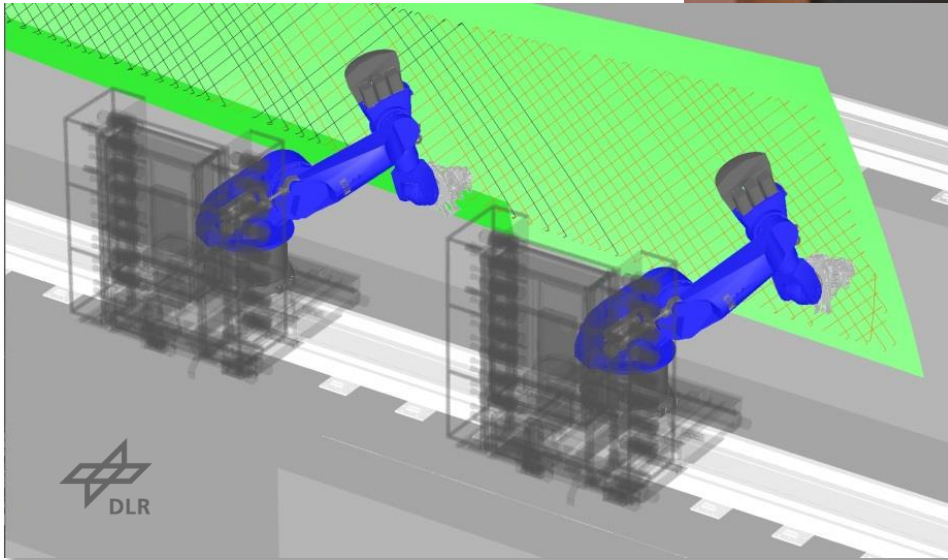


Fabrik der Zukunft für Composites

Wie könnte die aussehen?



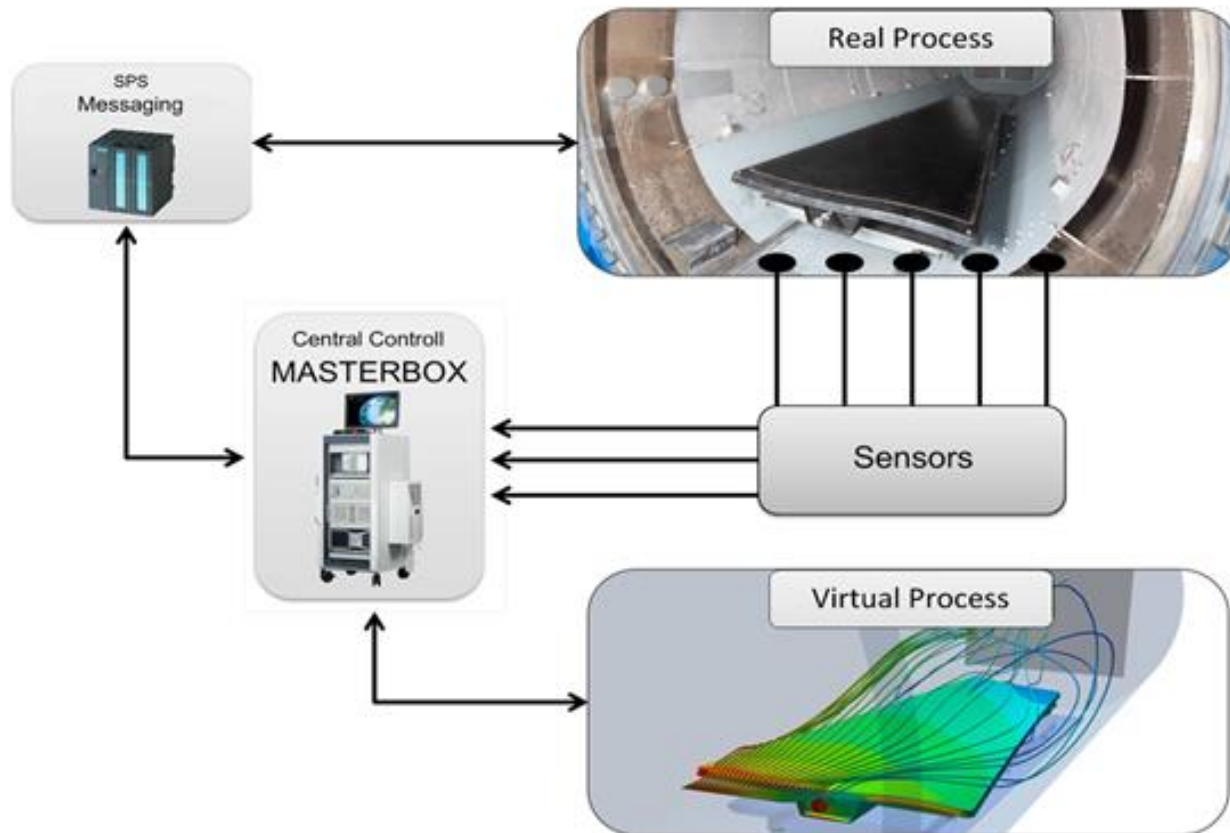
Multirobotische automatisierte Faserablage



Use of Coriolis patent for fiber guidance with friendly permission

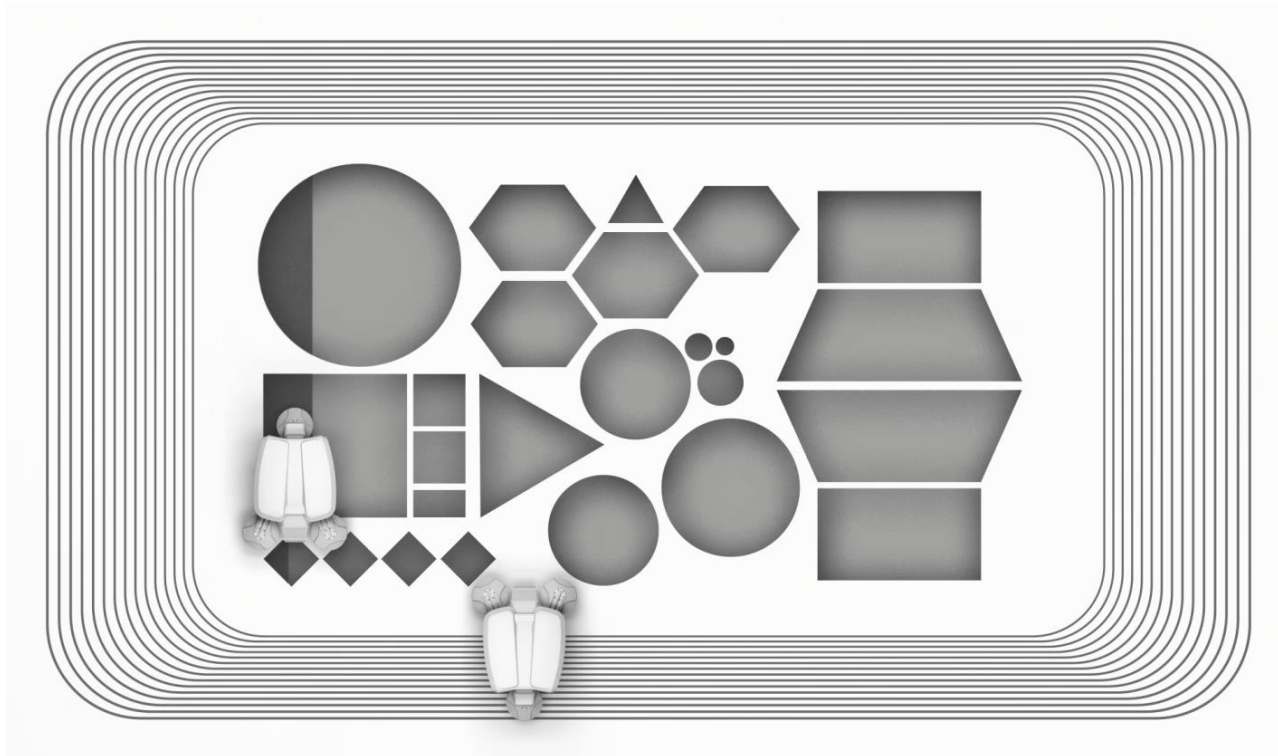
Digitale Anlagenzwillinge

- Der virtuelle Autoclav



Messung der Temperaturverteilung
mittels Thermographiekamera

Flexible autonomous production, placement and assembly robot (Flappybot)



Flappybot



Over-automation: “Production Hell”

Elon Musk:

- Too many robots in the production process of the Model 3 led to "crazy, complex network of conveyor belts".
- Robots slowed down production
- Start using more humans in the factory, to speed up production

Short way out:

- Take personally control over production line
- Sleep at the factory to keep it running



Source: <https://www.theinquirer.net/inquirer/news/3030277/elon-musk-admits-too-much-automation-is-slowing-tesla-model-3-production>

Warum benötigen wir Human Aided Automation in der FVK-Produktion?

In der Composite-Produktion
sind die Gründe für mögliche
Fehler sehr individuell

In Ad-hoque-
Entscheidungen sind
Menschen Maschinen
überlegen

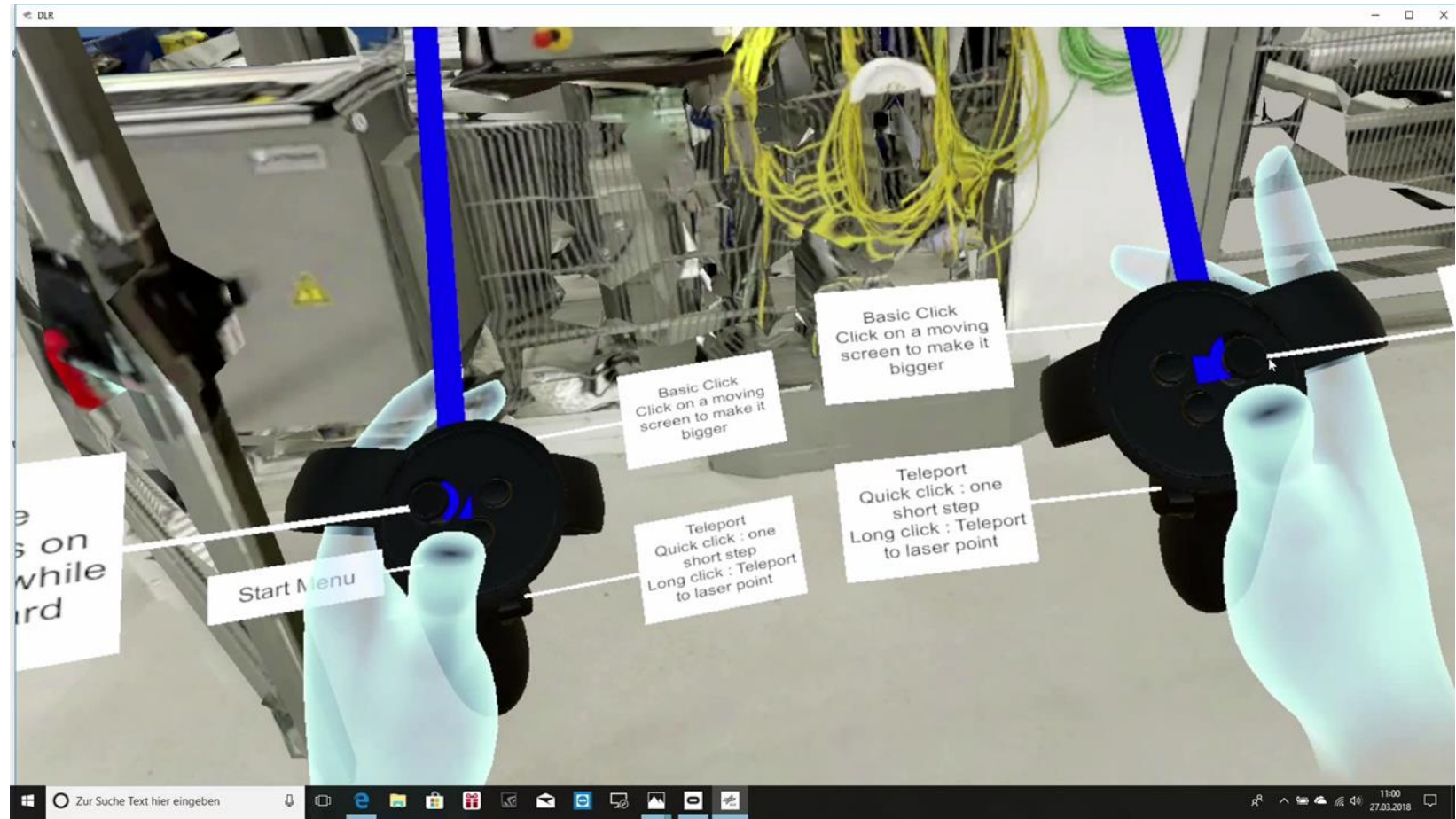
In einen vollautomatisierten
Prozess kann man nicht physisch
hineingehen/eingreifen...

... virtuell ist das möglich!

Automation verhindert die
Interaktion des Menschen in
Fertigungsprozessen,
Digitalisierung involviert ihn
wieder

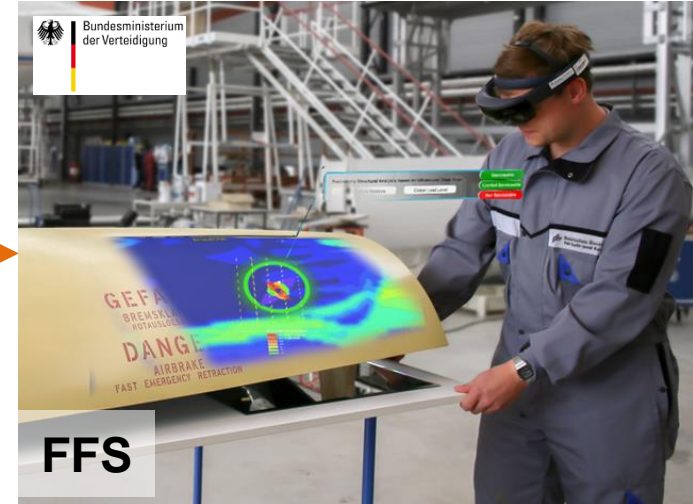
HR: Human Aided Automation

- Den Mensch in die Automation involvieren
- Intelligente Fernwartung
 - Virtual Reality (VR)-Login für Service-Mitarbeiter
 - Augmented Reality (AR)-Login für vor-Ort-Personal
- Prozessüberwachung
 - Darstellung von Prozessdaten im zugehörigen Kontext
- Kollaborative Problemlösung
 - Multi-User VR/AR
- Wiedergabefunktion als Prozessdokumentation
 - Betrachtung „wie passiert“
 - Betreten des Szenarios anstatt monoperspektivischem Video

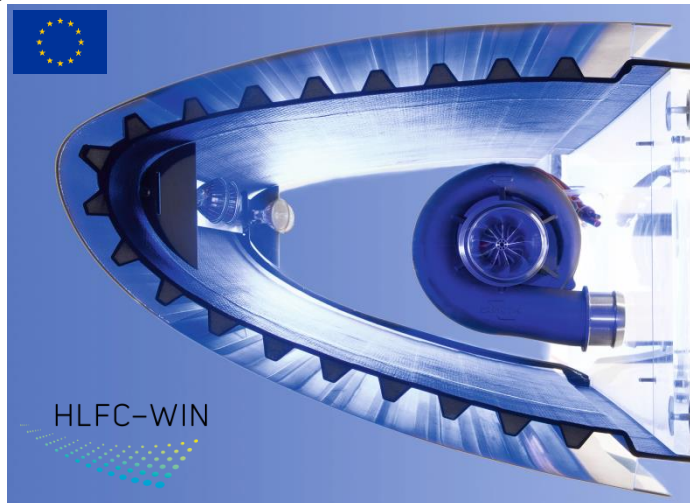


Trends im Leichtbau → „Digital Twin“ Sensordatenbasierte Produktevolution

**Effiziente
Realisierung hoch
spezialisierter
Produkte durch
sensorgeregelte,
adaptive
Prozessführung**



**Einbindung der
Produkthistorie
(Fertigung, Reparatur,
Wartung, SHM Daten)
zur Maximierung der
sicheren
Nutzungsdauer**
(SHM: Structural Health Monitoring)



**Rückgewinnung und/oder
Verwertung der Wertstoffe**

**Erweiterter Designspielraum
für energieeffiziente Mobilität**

**Auswertung der Lebensdauer-
Daten des „Digital Twins“**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

